

投資計算における変動性考慮

—H. ヤコブ所説の展開—

伊 伏 彰

はじめに

不確実性下の投資決定問題に対処する方策の一つとして変動性考慮 (Flexibilitätsüberlegung) を想定した投資プログラムの策定がある。すなわち投資計画にさいして計画期間に展開予想される各様の販売状況の中で、いずれの状況が出現しても可能なかぎり比較的有利に適合しうる可能性を、時点0に調達される設備機械等に、当初からその種の装備を企画するのが、これである。この種の問題を扱った論文として、H. ヤコブ教授の「Flexibilitätsüberlegung in der Investitionsrechnung」¹⁾がある。小稿では上記論文のエッセンスを要約したものである。

I 問題の所在

投資決定にかかはる特性は、それによって企業が長期に抱束されることにある。したがって投資後における何等かの修正、変更には比較的、多大な犠牲を強いられる。殊に投資決定に関連する諸データが著じるしい不確実性を具備する場合は重大である。しかしながら投資決定の判断は不可避免的に特来時点に生起するであろうデータを関与せねばならない。特来に展開される情報の予測なるものは一般により将来に及ぶ程、不確実になるものである。ヤコブ教授は先づ不確実性情報と投資に付随するリスクを本来的なものとして把らえ、リスクを軽減するためには不確実情報を整序し、将来時に予想されるいかなる事態の

1) H. Jacob, Investitionsplanung und Investitionsentscheidung, Wiesbaden 1976, S. 73-105.

展開にも、適合可能な設備投資を形成することにあると冒頭に述べ、つぎに不確実情報の情報整序を試みている。

投資判断にとって決定的資料は、その投資案が惹起する支出と収入、ないし費用と収益である。したがって全ての投資計算は3グループの資料に基づくとする。

- 1, 企業の費用状況とその展開についての情報
- 2, 将来に期待される販売可能性の情報
- 3, 製品の販売価格についての情報

此等の情報を不確実性度の水準から組織するならば1), 3) はむしろ確実的情報として処理できる。すなわち, 1) の企業の原価, ないし費用状況は, 生産される数量が, 与えられると, 比較的, 正確に算定できる。2) の製品の販売価格は比較的安定していて, 価格変動は相対的に長期間経過の後に生起し, これもかなり正確に, 予測し得るものと, 仮定されると, その限度において無視できる。問題は, 2) のデータである。企業は将来期間にかかわる販売の展開についての明示は不可能である。不確実情報の基本的実態は, 此の資料に求められる。

投資計算に組入れるにあたって, この資料グループは一定の整序が試みられる。ヤコブ教授は「期待構造」²⁾ Erwartungsstrukturとして不確実性情報を組成化し, 彼の決定モデルに組入れる方法を採用している。すなわち, 計画期間の各期の販売予想は, 多様な販売状況が可能と見做される。例えば, q 期における製品Zの期待構造を次のように表示することが可能である。

主観確率	販売下限
1.0	1,000
0.8	1,200
0.6	1,500
0.4	1,700
0.2	2,000

2) H. Jacob, a, a. O., S. 109

ヤコブ教授は販売状況の実現予想度を分類して、a. 確実に実現する。b. かなりの蓋然性を呈する。c. 大体において可能。d. 一定の条件下で可能。e. 困難ではあるが無視出来ない。全ったく不可能とに分け、それぞれ上部から主観的確率でもって一定の数値を賦与している。例示では 1,000単位の販売下限は主観確率 1.0であり、2,000単位の販売下限は 0.2である。このように累加的な主観確率で多様な予想販売状況（不確実情報）を整序している。このようにして組成化された不確実情報は、教授の投資モデルを考慮するさいの一つの特性でもある。

さて本稿の主題である投資決定に変動性を考慮するにあたって、基本的問題は何か、を以下、教授の論旨にしたがって明らかにする。

販売情報の不確実性と投資決定の特性として企業を長期に抱束すると云う状況から、企業は当初から比較的有利な条件の下で各様の販売状況に適合できるように当該設備に一定の変動性 Flexibilität を具備せしめ得ないものかどうかの課題が生起する。その如き変動性は、例えば限定機械装置 Spezialenaggesatz の代わりに、共通機械装置 Univesalaggesatz を導入することで可能である。ここで、共通機械装置は二種の相異なる製品の加工が可能であり。限定機械装置とは一種の製品のみ加工し得る生産設備である。一般に共通機械装置の導入により製品の製造コストは限定機械装置のみのそれと比較して上昇する。したがって企業の変動性指向はコストの増大につながる。しかしながら製品の販売状況が比較的安全な確実性でもって予想されるならば、僅かな変動性で可能であり、基本的には限定機械装置で充足し得る。販売予想にバラツキがある場合は企業は高度の変動性を期待し、広範囲に共同機械装置の導入をはかる必要がある。

投資決定にそのよるな変動性の考慮は製品間の販売数量が互いにマイナスの相対関係にある場合は特に重要であるとする。^{2 a)}

今、企業が、二つの製品グループの製造につき、二つの工程グループを必要と

2 a) 自動車製造企業などその例である。

する。但し、最初の工程装置には限定装置から成り、二段目の工程装置は、選択的に共通装置と限定装置とを導入し得るこの状況の中で、適切な生産装置をどのように設定すべきかの問題に、直面する場合に、投資決定にあたり、とりわけ二つの問題が、解決されねばならない。

1 個々の装置グループにとって、与えられた条件の下でどれだけのキャパシティを確保すべきか。

2 どの工程に、どの範囲のに限定装置と共通装置を設定されるべきか。

上述の問題処理に、いわゆる限界のある投資決定の古典的手法の適用は困難をきわめる。^{2 b)}したがって、直接、確実に最適投資プログラムを導入するL.P手法の適用をヤコブ教授は試みている。次章で、教授のこの問題に対処するL.P P手法による投資決定モデルを要約する。

II 解明へのアプローチ

ヤコブ教授の投資モデルの適用にさいして、若干の前提条件ないし留意すべき要件を整理する必要がある。

1 当該企業は計画期間に利益の最大化を意図すること。

2 計画期間は目的有効性により設定され、相応の期間に細分する。

3 投資計算の中には販売数量の不确实要素を組入ねばならない。可能であるが多様な販売状況のいずれが現われるかは未定であるので各期、各製品ごとに既述した表の如く期待スペクトルが存在すること。

4 完成まで各製品は一連の生産工程を経過すること、此等の工程の若干については、限定装置を必要とし、残工程には共通装置を導入し得ること。企業は自己の設定目標に応じていかなる投資を実施すべきかを知りたいとする。

2 b) 以下文献を参照せよ。

Vgl. hierzu z.B. Gutenberg, Eich, r Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, Die Produktion, 11. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1965, S.286 ff.; Klinger, K., Das Schwachbild der Investitionsrechnung, in: Der Betrieb, Heft 52/1964, S. 1821 ff.; Jacob, H., Neuere Entwicklungen in der Investitionsrechnung, Wiesbaden 1964, S. 7; Hilgert, S., Zur Berücksichtigung von Erträgen in Investitionsrechnungen, in: Der Betrieb, Heft 3/1966, S. 81 ff.; Adam, D., Das Interdependenzproblem in der Investitionsrechnung und die Möglichkeiten einer Zurechnung von Erträgen auf einzelne Investitionsobjekte, in: Der Betrieb, Heft 26/1966, S. 989ff.

以上、いわば変動性を考慮するさいの前提条件から、以下の具体的な計算資料を必要とする。

- 1 各期に製造される全製品の販売予想のスペクトル
- 2 投資予定の機械装置の調達費用
- 3 上記装置の調達費用の各期配分額
- 4 設備の保有により発生する固定費（減価償却費を除く）
- 5 計画期間の途中で投資設備の売却により生じた処分益
- 6 特定の設備、特定の工程における特定製品の時間当りの産出量
- 7 所定期間での所定設備にかかわる工程で生産される製品の変動費
- 8 各期における製品の販売価格。

以上に加えて、このモデルには基本的な三つの変数グループがある。

1 投資プログラムの変数、これはある期間における調達されるべき設備の台数を意味する。

2 回収プログラムの変数、これは、設備投資以後のある期間の始点で再び売却処分される設備の台数を意味する。

3 生産プログラムの変数、これは、所定製品生産のための一定設備、一定工程での生産時間を意味する。L. P手法による最適投資プログラムの探求は、投資プログラムと、同時に、生産プログラムをも設定される得ることが前提となっている。このモデルでは上述の生産時間は変数として見做され、此の生産時間に関して最適値を交付し、最適生産プログラムを提供する。

企業の努力は、計画期間の全体利益を最大にすることにあるとした。しかしながら多様な販売状況の予想が可能であっても、確実にある販売予想を明示され得ない事情から、企業は利益努力とともに、相応の投資プログラム、生産装置の形成を試みることで、販売領域の不確実性に対処せねばならない。この二つの要求を同時に考慮することは、それはまさに、上述した投資プログラムの変数の価値を最適にすることである。この問題設定は以下の目的函数Gを最大化することで把握される。

3)
目的函数

$$1 \quad (1) \quad G = \sum_q \sum_g (1 + C_q / 2) \left[\sum_{zi} X_{zw_{zi}} \cdot T_{qzw_{zig}} \cdot P_{qzg} \right. \\ \left. - \sum_{szi} K_{qzsi} \cdot X_{zsi} \cdot T_{qzsig} - \sum_{q'i} A_{q'qi} \cdot F_{q'qi} \right] \cdot W_{qg} \\ - \sum_{qi} V_{qi} A_{qi} + \sum_{q'i} \bar{a}_{q'qi} + \sum_q \hat{c}_q R_q \rightarrow \max$$

上記数式を要約すると、〔 〕の数式は〔収益－変動員－固定費〕を表わし、 W_{qg} は、それぞれの想定された販売状況が生起する主観確率である。(1 + $C_q / 2$)は当該期間に発注した利益は、当期を通じて比較的一様に発生し、その利益に対して期末まで一定利子率 C_q でもって加算される予定のものである。ただし、(1)式に含まれる、諸収益と諸費用要素は、伝統的な手法である計算利子率の割引を必要としない。⁴⁾

利益のフィードバックを前もって考慮するのである。そして同時に、利益函数の個々の要素間の時間的差異の価値は、考慮された具体的状況の中で実際に与えられた投資可能性 *Anlagemöglichkeit* から適確に把握するのである。ここでは計算利子率の割引の代はって利益フィードバック機構 *Gewinnrückkopplung* を装置する。つぎに、企業にとって可能な全ての販売状況のいずれが発生するかは定かでない。その側面を考慮した投資決定は個々の販売状況を、その都度、勘案した最有利な生産装置間の最適な妥協物である、投資プログラム、生産装置である。目的函数はこの状況を考慮して、各期について多くの販売状況を想定し、その都度の総益 *Bruttogewinne* を算定する。これに販売スペクトルの中に構成されている主観確率 W_{qg} を乗じた後、期間 q における総益の総計は結局次式で表現される。

$$\sum_g (1 + C_q / 2) \left[\sum_{zi} X_{zw_{zi}} \cdot T_{qzw_{zig}} \cdot P_{qzg} \right. \\ \left. - \sum_{szi} K_{qzsi} \cdot T_{qzsig} - \sum_{q'i} A_{q'qi} \cdot F_{q'qi} \right] \cdot W_{qg}$$

3) ここにあげた目的函数は、論文「投資計算における新展開」に詳細に記述された投資モデルの発展形態である。函数の各記号は末尾に要約してある。H. Jacob, a.a.O., S. 33-65

4) 詳細については“*Neuere Entwicklungen ……*,” a.a.O., S. 59ff.

さらにこの総益を全期間について集計し、それより減価償却費 $\sum_{q_i} V_{q_i} A^*_{q_i}$ を控除し、設備の処分益 $\sum_{q', q_i} \bar{a}_{q', q_i} \cdot E_{q', q_i}$ と、財務収益 $\sum_q \hat{c}_q R_q$ を、加算したのが(1)式である。ここで留意すべきは、の目的函数を最大にして得られる全体利益Gは計画利益に得られる実際利益ではなく、単に操作数値 *Steuergrosse* である。計画期間に実際に得られる利益の水準は、その期間に可能と見做された、どの販売状況が、実際に現われるかで決まる。

つぎに全体利益を最大にするための制約条件として四つのグループが考慮される。

1) 生産能力の条件

$$(2) \sum_{zs} T_{qzsig} \leq \sum_q a_{q', q_i} T_{q', q_i} \quad \text{für alle } q, i, g$$

この条件は計画の中で、設備タイプ*i*について予定された割当時間は、総運転時間よりは多くないことを表わし、この総運転時間は、現に保有する設備タイプ*i*の台数に依存すると同時に、結局は、計画された諸投資に関連する。どの販売状況が採用されるかに応じてTの最適値は多様に発生するので、生産能力条件は可能と受取られている販売状況の全てを充足せねばならない。それ故に、この条件は*q, i*のみならず全ての*g*にも、有効である。

2) 機械等式

$$(3) V_{q', i} = a_{q', q_i} + \sum_{q'=q'+1}^q \bar{a}_{q', q''} i \quad \text{für alle } q, i \text{ und } q' \quad (q \leq q' + li)$$

この条件は、耐用年数到来まえに不用となった機械設備を売却するために生じる。*q'*の始点で調達した機械の台数 $V_{q', i}$ は、そのうち*q*期になおも保有している台数 a_{q_i} に、その間に売却された台数を加算した数に一致すること表わす。

3) 数量継続条件

5) 第二期以降の各期の始点で、未だ実施されていない投資プログラムを実行するに当たって、前期に得られた新しい情報にもとずいて再検討するに、この情報は一定の役割を機能する。

$$(4) \sum_i X_{zsi} \cdot B_{zsi} T_{qzsig} = \sum_i X_{zs+li} T_{qzs+lig}$$

für alle q, z, s, g ($s \leq wz-1$)

この等式は各工程の生産数量と関連する。すなわち、当工程の生産量に仕損率⁶⁾ b_{zsi} を乗じた数量は、次工程 $s+1$ の生産物の数量に等しいとする。その都度、生産時間 t の最適値は、採用される販売状況に依存するので、此の条件は全ての q, z, s だけでなく全ての q をも満たさねばならない。

4) 販売制約

$$(5) \sum X_{zw_zi} \cdot tq_{zw_zig} \leq M_{qzg} \quad \text{für alle } q, z, g$$

この制約は、一定製品の販売予想にしたがって、予測し得る販売数を限度に、その生産を保障する。したがって計算に関連づけられた販売状況のそれぞれについて、異なった販売制約が適用されるので、全ての q, z, s と M_{qzg} に適用される。

5) 財務条件

$$(6a) \sum V_{li} \cdot A_{li} + R_1 = B_1 \quad (\text{für } q = 1)$$

$$(6b) \sum_i V_{qi} \cdot A_{qi} + R_q = B_q$$

$$+ \sum_g (1 + C_{q-1} / 2) \sum_{zi} X_{zw_zi} tq_{zw_zig} \cdot P_{q-1zg}$$

$$- \sum_{Szi} K_{q-1zsi} \cdot X_{zsi} \cdot T_{q-1zsig}$$

$$- \sum_{q'i} a_{q'q-1i} F_{q'q-1i} \cdot W_{q-1g}$$

$$+ \sum_{q'i} \bar{a}_{q'qi} E_{q'qi} + (1 + \hat{c}_{q-1}) \cdot R_{q-1}$$

für alle $q > 1$

6) 注8) を参照せよ

財務条件 (6 a) は、最初の期間の制約条件である。この (6 a) の意味する内容は、この期間の始点で支払わねばならない調達費は、この期間の始点で投資目的のために利用し得る額 B_1 を越えてはならないとする。左辺の第1項は期間1の調達費用、第2項は1期に使用されない残資金を意味し、2期の始点で、投資目的のために利用されるものである。

財務条件 (6 b) は、第2期からの制約条件である。これには、利益フィードバックが策定されている。すなわちデーターとして事前に与えられた額 B_q の他に、最初の期間で得た総益が加算される。この総益は前期に一樣に発生し、当期の始点まで C_{q-1} %の利率で実収の増加をもたらす。さらに当期の投資目的のために使用可能な資金源として、前期末に処分した設備の回収額と同じく前期中に設備投資に利用されなかった残余資金とこれを同期間に財務投資に運用することで得た利息等が算入される。したがって右辺の各要素の合計が、当期に投資目的のために処分される資金合計となる。

$aq'qi$	q' の期首に調達され q 期に未だ保有するタイプ i の機械台数
$\bar{a}q'qi$	q' の期首に調達され q 期の期首に処分されるタイプ i の機械台数
Aqi	q の期首に調達されたタイプ i の機械の調達原価
A^*qi	q の期首に調達されたタイプ i の機械の調達原価配賦額
$bzsi$	タイプ i の機械加工による製品 z の工程 s での仕損係数
Bq	投資目的のための q 期首に新規に使用可能な資金
Cq	q 期に得られる一時的貸出資金の平均利息
$\hat{e}q$	q 期の財務投資利子率
$Eq'qi$	q' の期首に調達されたタイプ i の機械の q 期での処分益
$Fq'qi$	q' の期首に調達されたタイプ i の機械の q 期での固定費 (減価償却費を除く)
g	1期間での多様な販売状況の指標
i	機械装置の指標
$Kqzsi$	q 期に装置 i でもって生産された製品 z の工程 s での産出1単位当りの変動費
li	装置 i の耐用年数
$Mqzg$	販売状況 q が有効の下で q 期の製品 z の販売数量
$Pqzg$	販売状況 q が有効の下で、 q 期の製品 z の価格
q	期間の指標
Rq	q 期に使用可能であるが、投資されないで財務投資に投下した資金
s	生産工程の指標

tqzsig	販売状況が g が有効の下で, q 期に製品 z に対し工程 s について予定される装置 i の生産時間
tqzwzig	販売状況 g の下で, q 期での製品 z の最終工程で予定される装置 i での生産時間
Tq' qi	q 期に調達させて q 期に生産に使用し得る装置 i の時間
Vqi	q 期に調達予定のタイプ i の装置の台数
wqg	q 期に販売状況 g が生起する主観確率
wz	製品 z の最終工程
Xzsi	一定の装置 i による, 一定の工程 s で生産し得る q 期の製品 z の数量
z	製品の指標

Ⅲ 例 解

1 基礎状況

ヤコブ教授は, 以上の目的函数と四つの制約条件の下に実際に数値をセットして, かなり詳細な例解を示している。

ある企業が製品 1 と 2 の製造を企画している。此の両製品を製造するために利用される機械装置を現時点で設置されていない。企業はこの計画を達成するために最適な生産装置を形成する必要がある。そこで計画期間を 5 年とし, それを 2 期に分ち, 第 1 期を 2 年, 第 2 期を 3 年とする。⁷⁾

両製品の製造のために, 計, 4 工程を必要とする。しかも両製品とも第 1 工程においては, それぞれ限定機械 (S 装置) のみを装置される。この S 装置は 1 種類の製品のみしか加工しない。その他の工程 (2, 3, 4) では, S 装置または共通機械 (N 装置) のいずれでもよい。その配置関係は表 I の如くプロットされている。

表 I 生産データ

製品 z	工程 s	機種 i	時間当り生産量 x	仕損係数 b	単位当り費用 k
1	1	1 (S)	0,5	—	0,48
		2 (S)	0,7	1,01	0,60
	3	5 (U)	0,4	1,04	0,80
		3 (S)	0,6	1,03	1,50
	4	6 (U)	0,5	1,08	3,40
		4 (S)	0,7	1,02	0,70

7) 計画期間の範囲, 各期間の範囲はケースバイケースで考慮すれば良い。その事は計算過程にとって重要ではない。その範囲は期間数にほぼ, 比例的であればよい。

		7 (U)	0,3	1,06	1,10
2	1	8 (S)	0,9	—	0,44
	2	9 (S)	1,0	1,05	1,90
		5 (U)	0,7	1,09	2,71
3	10 (S)	0,8	1,03	1,38	
	6 (U)	0,4	1,07	3,75	
4	11 (S)	0,9	1,06	1,50	
	7 (U)	0,5	1,01	3,40	

この表には、機種ごとに、製品 Z (1, 2), 1 単位について、各工程での生産量、仕損係数、単位当りの費用 (変動費) が測定されている。例えば、製品 1 の工程 3 は、機種 3 の S 装置と機種 6 の U 装置のいずれをも装置し得る。S 装置の給付は時間当り 0.6ME で、一方 U 装置のそれは 0.5ME である。同時に仕損係数は S 装置で 1.03⁸⁾、U 装置で 1.08 である。さらに 1 単位当りの加工費は、S 装置で 1.50 貨幣単位であるが、U 装置を使用した場合は、3.40 貨幣単位だけ上昇する。なお機種 3 の S 装置は、製品 1 の工程 3 に限って設置し得るが、U 装置は製品 2 の工程 3 にも適用出来る。

表 2 設備機械のデータ

機種	調達原価 DM	耐用年数	1 期末の 清算価値	計画終点時 の残存価値	生産能力 分/年
1	30000,—	3	—	—	145000
2	60000,—	5	—	24000,—	145000
3	25000,—	4	—	6250,—	145000
4	20000,—	3	—	—	145000
5	40000,—	4	18000,—	10000,—	145000
6	18000,—	4	14000,—	4500,—	145000
7	14000,—	3	3000,—	—	145000
8	25000,—	4	—	6250,—	145000
9	40000,—	5	—	16000,—	145000
10	28000,—	3	—	—	145000
11	38000,—	5	—	15200,—	145000

8) 仕損係数 1.03 とは、当工程で 100 単位の良品を保持するためには前工程で 103 単位を生産せねばならないことを表わす。

つぎに表Ⅱの資料は、投資計画に関連する設備機械の諸資料である。調達原価、耐用年数、生産能力、清算額、最終年次にあける残存価値、最後に、各設備装置の年次キャパシティは、計算の面倒を省くために、145000分に一致させてある。

最後に計算資料として必要なのは、販売データーである。すなわち、製造企画品に予想される販売状況について情報である。第三表では、当企業は両期間にそれぞれ二様の販売状況をセットして、計算に組入られる数値を設定している。

表3 販売データー

製品					価格 DH
	1 期		2 期		
	販売状況 1	販売状況 2	販売状況 1	販売状況 2	
1	380,000	500,000	570,000	850,000	0.85
2	450,000	300,000	400,000	250,000	0.70

すなわち、販売状況1は、第1期の製品1の販売予想について、比較的不利な市場展開の場合でも、最低限、少なくとも380,000単位の販売が見込まれる状況を主観確率0.8で、同じ確率で製品2については両製品の競合関係から450,000単位の販売予想を構成している。販売状況2は製品1の販売予想を500,000単位とし、状況1よりも有利に展開する場合であるが、主観確率は0.2である。これに対して、製品2の販売限度は競合の逆転から300,000単位として、同じ確率で予想される。第2期についても、販売状況1（主観確率0.8）、販売状況2（主観確率0.2）について同様な見解で構成されている。製品の販売価格は、それぞれに0.85DM、0.70DMであるとする。

以上の諸データーに加えて、第1期の始点で投資目的のために2 Mill DMの資金が用意されている。設備投資に利用されない資金の一時的貸付運用利率は7%とする。

企業は、上述した諸条件と諸資料にもとずき最適な投資計画を、特に第1期の投資プログラムの樹立が要請せられる。それには、すでに言及した以下の問題に答えることである。

1) 一般に販売予想にもらわれている市場チャンスを確認するため、どの程度の投資がなされるべきか、とくに機種1と8のS装置にはどれだけのキャパシティを確保すべきか。

2) 多様な販売状況を考慮して、どこに、どれだけの変動性を生産装置に具備すべきか、換言すれば、どの程度にU装置とS装置を調達すべきか。

表4 投資プログラムと回収プログラム

	装置の機種	期 間	
		I	II
調 達	1	7,035 (7)	6,865 (6)
	2	4,036 (4)	1,864 (2)
	3	4,455 (4)	3,713 (4)
	4	3,744 (4)	4,368 (4)
	5	1,597 (2)	—
	6	2,612 (3)	0,772 (0)
	7	2,069 (2)	0,690 (1)
	8	3,989 (4)	2,189 (2)
	9	2,259 (2)	— (0)
	10	2,741 (2)	2,312 (3)
	11	2,299 (3)	—
売 却	5	—	0,033
	6	—	2,612
	7	—	—
非投下資金		866,468	1632,846

2 結 果

計算の結果が表4-7までに集約されている。表4の一段目の数値は、第1期、第2期のそれぞれの最適投資プログラムを提示している。すなわち必要な装置の機種とその台数である。この投資プログラムは第1期、第2期とも端数

を含んでいるが、実際は整数台のみ調達されるので、したがって端数の整理が必要である。()の中の整数値は、整理後の数値である。このさいの整数値への決定は、決定後の整数台数による算出利益が、当初の端数台数にあり算出される利益に接近するように、与えられた財務条件の下で、最適な整数値を決定せねばならない。⁹⁾

第1期の期末ないし第2期の期首に回収される機種とその台数が中段に表示してある。本表では機種5と6が売却される。ここで機種5の0.033単位(台数)は無視しても、機種6の2.6単位の売却と、同時に新規に同じ機種の0.7単位の調達は、実際にそぐわないと考えられる。その発生事由は、一に有利な清算価格から、二に耐用年数と投資時点のタイミングの不一致からであるが実際上は、投資決定にとって影響は少ない。何故ならば、重要なのは第1期の投資プログラムであって、2期以降の投資プログラムは、その時点で、その都度、新らしく展開された状況に即した新規の、計算可能性がある。三段目は、当初に準備した2 Mill DMの資金から各期の投資プログラムの調達費用を控除した資金残である。1期のこの資金は約870,000 DM、7%の利息で992,020 DMとなり、2期の投資目的のための資金源を形成する。

次の表5は年間の生産量を表示している。

表5 生産数量

製品	期		間	
	I		II	
	販売状況 1	販売状況 2	販売状況 1	販売状況 2
1	380,000	470,000	570,000	622,821
2	450,000	300,000	400,000	250,000

9) 直接に整数値を算出する方法が案出されているが、特に広範囲の問題の場合はこの方法では、所用の解は得られない。その方法は次の文献にみられる。

Vgl. z. B. Dantzig, G.B., On the Significance of Solving linear programming problems with some integer variables, *Econometrica* Vol. 28 (1960), S. 30 ff.; Gomory, Outline of an Algorithm for integer Solution to linear Programming, *Bulletin of the American Mathematical Society* Vol 64 (1958), S. 275 ff.; Lambert, F., Programmes linéaires mixtes, *Cahiers, Centre bu d'Etudes de Recherche Opérationnelle*, Vol. 2 Nr. 1-2 (1960), Brüssel.

このモデルは最適な投資プログラムと回収プログラムの他に、個々に生産がどのように実施すべきかを教示する生産プログラムを用意する。この表には、どれだけの数量を生産すべきかを明らかにする。ここで注意すべきは、表3の販売データと比較して、期間I、販売状況2の場合の製品1は、30,000単位、期間IIの同じく販売状況2の場合の製品1は、227,179単位だけ予定数値を下廻っている。このことは表6の資料から説明される。すなわち、このモデルによる最適解は製品Iの第一段階の加工を処理する機種1のS装置に対して約510,000単位の給付の割当をした。したがって完成品に至るまで各工程の仕損係数を考慮すると、470,000単位の可能生産量となる。同じく、2期の場合も説

表6 生産データ

製品	工程	機種	期		間	
			I		II	
			販売状況1	販売状況2	販売状況1	販売状況2
1	1	1(S)	403,220	510,063	600,830	667,718
		2(S)	399,228	409,630	598,843	598,843
	3	5(U)	—	92,632	—	60,469
		3(S)	387,600	387,600	581,400	581,400
		6(U)	—	95,400	—	55,999
	4	4(S)	380,000	380,000	570,000	570,000
		7(U)	—	90,000	—	52,821
2	1	8(S)	520,610	343,917	459,264	286,600
		2	9(S)	327,540	327,540	327,540
	3	5(U)	162,106	—	105,821	—
		10(S)	318,000	318,000	374,208	265,000
		6(U)	151,500	—	44,792	—
	4	11(S)	300,000	300,000	300,000	250,000
		7(U)	150,000	—	100,000	—

明し得る。表6の生産プログラムは、表4の投資プログラムよりも、このモデルがどの程度の変動性を確保したかが、一層明らかにする。すなわち、各工程はS装置とU装置を、どの程度に利用するかは、例えば、製品2の第2工程について、S装置は327,000単位、U装置は変動費が0.81貨幣単位、上昇するにも拘わらず、162,000単位、製造される。換言すれば、産出単位当り、U装置で発生する変動費はS装置のそれと比較して2倍以上、正確には12.6%高いにも拘わらず、当製品（半製品）の $\frac{1}{3}$ をU装置で生産している。一方、U装置は販売状況1では、製品2、販売状況2では、製品1の製造に積極的に関与するが、その程度は、販売状況1の場合、製品2の加工のために、全体の $\frac{1}{3}$ を担当し、残り $\frac{2}{3}$ をS装置が引受けている。これに対して販売状況2の場合、製品1の加工のために、20%をU装置が担当し、残り80%は、S装置が、引受けている。

表7 剰余キャパシテイ

機種	期 間			
	I		II	
	販売状況1	販売状況2	販売状況1	販売状況2
1	213,683 (204,559)	— (—)	125,777 (1,585)	— (1,585)
2	14,858 (6,845)	— (—)	— (16,571)	— (16,571)
3	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)
4	— (37,143)	— (—)	— (—)	— (—)
5	— (145,368)	— (22,648)	— (22,294)	— (19,333)
6	— (—)	187,950 (—)	— (—)	— (—)
7	— (—)	— (—)	— (—)	23,930 (154,119)
8	— (119,050)	196,327 (213,587)	— (—)	191,850 (163,891)
9	— (—)	— (—)	— (—)	54,590 (17,050)
10	— (—)	— (—)	— (34,428)	136,510 (200,416)
11	— (196,142)	— (164,962)	— (99,611)	55,556 (157,333)

表7の剰余キャパシテイは各販売状況の下で、どの機種が、どの程度に完全に利用されていないか、あるいは過剰能力を保有していたかを明らかにする。最適な投資決定は、逆にこの利用され得ない過剰投資キャパシテイの排除にあるとも云える。この例では比較的僅少である。但しこのことは装置台数を非整数

値で計算した場合であって、表4の()の整数値で計算した場合が、本表の()の中に示した数値である。最後にこのモデルによる最適投資プログラム、回収プログラムと生産プログラムを実施するならば、全体利益Gは 2,400,570DMの最大値が得られる。この最大値である全体利益は、云うまでもなく投資計算上の操作利益であって、収益計画計算の意味での利益ではない。

3 比較考慮

所定の生産装置にかかわる変動性の一般性向を明らかにすべく若干の比較考慮を、ヤコブ教授は試みている。

「基本的には、生産装置にどのような変動性を具備されるべきかは、同一期間に可能と思われる各様の販売状況が、どのような強度で相異しているかに依存する」。しかも二つの販売状況があり、その予想値間に距離があればある程、変動性具備への欲求は大きくなり、逆の場合は減少する。

表8 販売資料

製品	1 期		2 期	
	販売状況 1	販売状況 2	販売状況 1	販売状況 2
1	420,000 (380,000)	480,000 (500,000)	620,000 (500,000)	790,000 (850,000)
2	416,000 (450,000)	348,000 (300,000)	370,000 (400,000)	290,000 (250,000)

表8の資料の()の中の数値は、例解で適用されたデーターである。いまこれを旧データーとし、他を新データーとするなら、販売状況1と2の旧データー間の距りたりは製品1について120,000単位、製品2について150,000単位であるが、新データー間のそれは、製品160,000単位、製品2は68,000単位である。これは新データーの方が、旧データーより、強度が相対的に低いと云える。いわゆる「逆の場合」である。新データーに基づいて得られる最適投資プログラムと最適生産プログラムの資料を、旧データーのそれと比較すると、U装置の利用度は、期間I、販売状況1の場合の製品2に対して、旧データーのそれと比較するならば、旧データーは、33%であったが、新データーは16%に下がっている。同

10) H, Jacob a, a, O,. 101 -102

じく期間 I, 販売状況 2 の場合の製品 1 に対しては, 19% から 9% に低下する。すなわち変動性の後退現象が, 新データー間で発生する。

ヤコブ教授は, 上に述べた比較考慮からの生産装置の変動性の性向とは別に, 別種の変動性をも指適する。すなわち, 当然のことながら多様な販売状況の代りに, 可能と見做される販売状況が唯一で, しかも確実性をもって予想されるならば変動性の確保は僅少である。しかしながら U 装置の運用型態に従来とは異なった意味での変動性がみられる。例えば, 両期間を通じて販売状況 1 のみが確実性をもって予想されるところとする。この販売状況にもとずいて得られた最適投資プログラム, 回収プログラムと生産プログラムから, U 装置の運用態様は機種 5 を 0.512 単位, 機種 7 を 0.690 単位の調達を要請し, 2 期の期首には, 二機種とも例外なく清算される破目になる。しかも 1 期の製品 2 の製造のみに関連し, 製品 1 は全て S 装置で完遂される。この状況に, 製品 2 の需要が販売状況 1 のデーターから, 確実に落ち込むことが予定されている事実を, 対応せしめて考慮すると, 回収投資を試みることに, 変動性考慮のウエイトがみられる。時間経過に伴ない需要の変動が確実に把握される場合, この種の変動性も望ましいものである。ヤコブ教授は, 変動性を 2 つの類型に分け, 一つはさまざまな販売状況が考慮されそのいずれが出現するかは不明の状況の中で, 生産装置の最適な適応を可能にする変動性を, 時系水平的変動性 *Zeitlich-horizontale Flexibilität* と称し, 他は生産装置を可能なかぎり有利に, 時間的推移に適合を可能にする変動性を, 時系垂直的変動性 *Zeitlich-vertikal Flexibilität* として扱っている。

4 変動性測定

企業が生産装置に欲求する変動性指向には, その指向する変動性プログラムに随伴する犠牲 *Kosten* と効果 *Nutzen* の側面がみられる。企業の欲求する変動性の度合が高まれば, 高まる程, それに応じて, 変動性に支払ねばならない犠牲が増大する。一方, 変動性のもたらす効果は, 可能なかぎり, 多様な販売状況に対処して有利な適合可能性と云うメリット=効果がある。この犠牲と効果を如何に測定するかである。ヤコブ教授はこの問題について以下の試みを示し

ている。

基本的には、前述した時系水平的変動性の度合が0の投資プログラムを原点とし、それとの比較により、変動性にかかわる犠牲と効果の両値を求める。すなわち前提となる販売状況が唯一つで、しかも確実なものとして得られる最適投資プログラムを I_1 とする。これに対して、販売状況1と2が前提されそのいずれが実現するかは不明である最適投資プログラムを、いわゆる変動プログラムを $I_{1,2}$ とする。しかして例解のモデルに即して、利益を算定するならば下記の表9が得られる。

表9

投資プログラム	発生態様	利益DM	利益差異
I_1 (固定)	販売状況1	866,091	- 25,604
$I_{1,2}$ (変動)	販売状況1	840,487	
I_1 (固定)	販売状況2	651,340	+ 189,147

この表から販売状況1の場合は明らかに (I_1) の投資プログラムが有利であるが販売状況2の場合は逆転する。その利益差は (I_1) に対する ($I_{1,2}$) の立場から、状況1の場合は、 $-25,604$ DMの利益減、状況2の場合は、 $+189,147$ の利益増となる。この両数値は、固定投資プログラム (I_1) に対する変動投資プログラム ($I_{1,2}$) の関係を明らかにしていることが解かる。そこから利益減は、販売状況2が出現した場合、固定投資プログラムよりも有利な成果を得るべく、企業が、消費する原価(犠牲)として主張し得るとする。したがって一定の投資プログラムの変動性の原価なるものを測定し、その原価をこの変動性によって得られる効用と比較する方法が得られる。かくして得たデータの役割は、企業にとって、各様の販売状況に比較的有利に適合する可能性と、固定投資プログラムと比較して、より有利なリスクの限度を確保することの可能性に所在する。

あとがき

本稿はH、ヤコブ教授の著書「投資計画と投資決定」を構成している四つの

論文の一つである「投資決定における変動性考慮」の要旨をまとめたものである。

本稿の骨子は、不確実性資料にもとづく投資決定のリスクを可能な限りの軽減をはかるための処策として、投資プログラムに変動性思考を展開するのであるが、従来の投資決定の古典的手法である資本価値法、内部利子率法、年金法等の適用を断念して、L、P手法にもとづく最適計算を適用とすることにある。したがって我々の関心は先づ教授の決定モデルの構成にあらねばならない。当論文ではむしろモデルの適用、すなわち例解に重点がおかれている気がする。当然、本稿でも教授のモデルの解明は充分とは云えない。我国では、このモデルについて、後藤幸男教授による部分的な紹介がなされているが、ヤコブ教授の「投資計算における新展開¹¹⁾」の論文に詳細な説明がなされているので指適しておく。最後にヤコブ教授の当論文の例解の部に付記してある若干の計算資料は紙巾の関係で省略した。

11) 詳細については「Neuere Entwicklungen……」, a.a.O., S.9-70